

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-257841

(43)Date of publication of application : 08.10.1996

(51)Int.Cl.

B23H 9/00  
B23H 1/00

(21)Application number : 07-063770

(71)Applicant : RES DEV CORP OF JAPAN  
SAITO NAGAO  
MORI NAOTAKE  
MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 23.03.1995

(72)Inventor : SAITO NAGAO  
MORI NAOTAKE  
MAGARA TAKUJI  
GOTO AKIHIRO

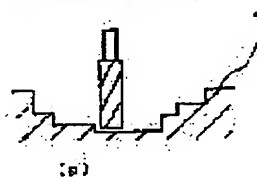
## (54) DEVICE AND METHOD FOR REFORMING DISCHARGE SURFACE

## (57)Abstract:

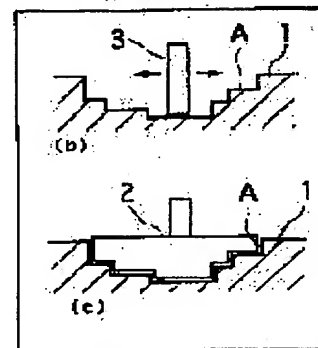
PURPOSE: To markedly improve wear resistance and corrosion resistance of a workpiece by performing die sinking electric discharge machining by a formed electrode and surface treatment by the same device, also forming an electric discharge surface treating layer uniform and of good quality even when machined in a complicated shape.

CONSTITUTION: A device comprises a formed electrode 2 performing transfer machining of a product shape, simple shaped electrode 3 molding a surface treatment material of tungsten carbide, TiN, TiC, etc., into a simple shape of columnar, prismatic electrode, etc., and a locus moving control means of controlling machining so as to copy a surface of a machining part of a workpiece 1 by the simple shaped electrode 3. Performing surface treating to a machining part of the workpiece 1 by the simple shaped electrode 3 formed of surface treating material, next performing remelting machining to a surface treated layer A formed by the simple shaped electrode 3 by the formed electrode 2 of performing transfer machining of product shape, a reformed layer is formed in the workpiece 1.

連続的切削による荒取り



放電表面処理



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3525143

[Date of registration] 27.02.2004

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-257841

(43) 公開日 平成8年(1996)10月8日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 H 9/00			B 2 3 H 9/00	A
1/00			1/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-63770

(22) 出願日 平成7年(1995)3月23日

(71) 出願人 390014535

新技術事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 000173289

斎藤 長男

愛知県春日井市岩成台9丁目12番地12

(71) 出願人 591135853

毛利 尚武

愛知県名古屋市天白区八事石坂661-51

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(74) 代理人 弁理士 樋口 武尚

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電表面改質方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】 総型電極による型彫放電加工と表面処理を同一装置で行うとともに、複雑な形状の加工においても均一かつ良質な放電表面処理層を形成し、工作物の耐磨耗性、耐食性を大幅に向上させる。

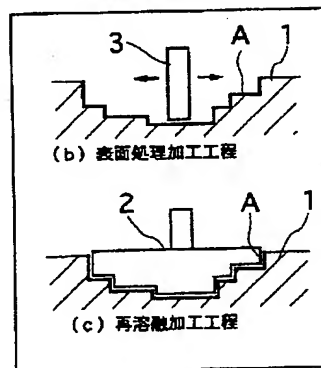
【構成】 製品形状の転写加工を行う総型電極2と、タングステンカーバイト、TiN、TiC等の表面処理材料を円柱、角柱電極等の単純形状に成形した単純形状電極3と、前記単純形状電極3が工作物1の加工部分の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段12を備え、表面処理材料からなる単純形状電極3により工作物1の加工部分に表面処理を行い、次に、製品形状の転写加工を行う総型電極2によって単純形状電極3で形成した表面処理層Aの再熔融加工を行うことにより、工作物1に改質層を形成する。

機械的切削による荒取り

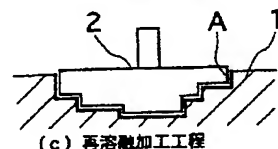


(a) 前加工工程

放電表面処理



(b) 表面処理加工工程



(c) 再熔融加工工程

A 表面処理層

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加工液中の放電により、電極に対向する工作物の加工面に改質層を形成する放電表面改質方法において、

前記工作物の金属表面に改質層を形成する表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極によって前記工作物の加工部分に 1 次表面処理層を形成する表面処理を行う表面処理加工工程と、

前記工作物に製品形状の転写加工を行う総型電極によって前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行う再溶融加工工程とを具備することを特徴とする放電表面改質方法。

【請求項 2】 加工液中の放電により、電極に対向する工作物の加工面に改質層を形成する放電表面改質方法において、

総型電極により荒加工を行う荒加工工程と、

前記工作物の金属表面に改質層を形成する表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極によって前記工作物の加工部分に表面処理層を形成する表面処理を行う表面処理加工工程と、

前記荒加工工程で使用した総型電極または前記総型電極と略同一形状の総型電極により、前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行う再溶融加工工程とを具備することを特徴とする放電表面改質方法。

【請求項 3】 前記再溶融加工工程で使用した総型電極と同一電極で加工面の仕上げ加工を行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の放電表面改質方法。

【請求項 4】 前記表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極は、タングステンカーバイド、TiN、TiC の何れか 1 つ以上の金属からなる粉体を固化した圧粉体電極としたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 つに記載の放電表面改質方法。

【請求項 5】 前記単純形状電極は、表面処理材料を円柱または角柱に成形してなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 つに記載の放電表面改質方法。

【請求項 6】 工作物に製品形状の転写加工を行う総型電極と、

表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極と、

前記単純形状電極が前記工作物の加工部分の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段とを具備し、

前記単純形状電極によって前記工作物の加工部分の全面または一部の面に表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、前記総型電極により前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行うことにより、加工液中で前記工作物に改質層を形成することを特徴とする放電表面改質装置。

【請求項 7】 工作物に製品形状を転写する荒加工を行う総型電極と、

表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極と、

前記単純形状電極が前記工作物の加工部分の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段とを具備し、

前記総型電極により荒加工を行った後、前記単純形状電極によって前記工作物の前記荒加工後の加工部分の全面または一部の面に表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、前記総型電極により前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行うことにより、加工液中で前記工作物に改質層を形成することを特徴とする放電表面改質装置。

【請求項 8】 前記表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極は、タングステンカーバイド、TiN、TiC の何れか 1 つ以上の金属からなる粉体を固化した圧粉体電極としたことを特徴とする請求項 6 または請求項 7 に記載の放電表面改質装置。

【請求項 9】 前記単純形状電極は、表面処理材料を円柱または角柱に成形してなることを特徴とする請求項 6 乃至請求項 8 の何れか 1 つに記載の放電表面改質装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、放電加工を行う工具を利用可能とした放電加工による表面改質方法及びその装置に関するものであり、特に、総型電極による型彫加工と表面処理を同一機械上で行うことができる放電表面改質方法及びその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図 5 は『電気加工技術、Vol.16 No.53 (1993)38.』（増井ほか「放電加工による表面の合金化処理」の項参照）に掲載されている従来の放電表面改質方法及びその装置を示した説明図である。図 5 において、21 は表面改質を行う工作物、22 は電極、23 は電極 22 を保持する主軸であり、電極 22 は主軸 23 によって図示されない駆動装置により上下方向に可動とされる。24 は加工槽、30 は改質材料粉末を混入した加工液、31 は加工用電源である。また、32 は攪拌スクリーで、加工槽 24 に収容した改質材料粉末が混入された加工液 30 を攪拌し、加工液 30 中の改質材料粉末の濃度を均一化する。

【0003】 次に、従来の放電表面改質について説明する。工作物 21 と電極 22 の間には、加工用電源 31 からパルス電圧が印加され、工作物 21 と電極 22 の間に放電が発生する。電極 22 は主軸 23 とともに図示されない駆動装置により上下方向（Z 軸方向）にサーボ駆動され、放電加工が進行する。加工液 30 にはタングステンの微粉末が混入されているため、工作物 21 の表面においては放電により工作物 21 の母材が溶融されるとともに、そこに加工液 30 中のタングステン粉末が混入し、工作物 21 の表面に改質層、即ち、タングステン合金層が形成される。前記文献によれば、正極性放電（電極側－、工作物側＋）において、特に、均一な改質層が

3

得られることが記載されている。また、その他、シリコン、クロム等の粉末を加工液30に混入して放電加工を行うことにより、金属表面に同様な改質層が形成され、高い耐食性や耐摩耗性が得られることも記載されている。

【0004】また、金属表面に改質層を形成する別の方法として、『電気加工学会全国大会講演論文集(1993)79.』(齋藤ほか「液中放電の表面加工への展開」の項参照)に掲載の技術がある。この方法は、タングステンカーバイト等の粉体を圧縮することにより形成した圧粉体電極によって、工作物21の表面に表面処理層を形成した後、銅電極により2次加工を行って、緻密な表面処理層を形成する方法であり、先の文献に開示されている技術と比較してより緻密な表面処理層が得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の放電表面改質方法及びその装置は、上記のように構成されており、単純な形状の表面処理は可能であるが、複雑な形状の表面処理を行うことができなかった。即ち、図5に示す従来の放電表面改質方法の場合、加工液30に表面処理用の粉末を混入して加工を行う方法であるから、総型電極を使用すれば原理的には複雑形状の表面処理も可能である。しかし、実際には、複雑な形状の電極や面積の大きな電極による表面処理の場合には、工作物21と電極22の間における粉末の濃度を均一に維持することが困難であるから、表面処理にムラが発生しやすく、均一な処理面が得られない。

【0006】表面処理する粉末を加工液30に混入する方法では、改質材料粉末の供給が対応できないから厚い表面処理層が得られ難い。また、処理面の純度が低く、所望の表面特性が得られ難い。このような粉末を混入する装置では粉末混入加工液用に専用の加工液タンクが必要となり、大量の粉末を加工液に混入する必要があることから、コストが大幅に増大するとともに、メンテナンス性、操作性が大幅に悪化する。

【0007】また、後述の従来のタングステンカーバイト等の粉体を圧縮することにより形成した圧粉体電極を用いる場合、圧粉体電極によって複雑形状の電極を製作することが困難であるから、複雑形状の処理ができない。

【0008】そこで、この発明は上記のような従来のものの課題を解消するためになされたもので、総型による型彫放電加工と表面処理を同一機械で行うことを可能とし、複雑な形状の加工においても均一かつ良質な放電表面処理層を形成し、工作物の対摩耗性、耐食性を大幅に向上させることの可能な放電表面改質方法及びその装置を課題としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1にかかる放電表面改質方法は、工作物の金属表面に改質層を形成する表

4

面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極によって前記工作物の加工部分に表面処理層を形成する表面処理を行う表面処理加工工程と、前記工作物に製品形状の転写加工を行う総型電極によって前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行う再溶融加工工程とを具備するものである。

【0010】請求項2にかかる放電表面改質方法は、総型電極により荒加工を行う荒加工工程と、工作物の金属表面に改質層を形成する表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極によって前記工作物の加工部分に表面処理層を形成する表面処理を行う表面処理加工工程と、前記荒加工工程で使用した総型電極または前記総型電極と略同一形状の総型電極により、前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行う再溶融加工工程とを具備するものである。

【0011】請求項3にかかる放電表面改質方法は、請求項1または請求項2に記載の前記再溶融加工工程で使用了総型電極と同一電極で加工面の仕上げ加工を行うものである。

【0012】請求項4にかかる放電表面改質方法は、請求項1乃至請求項3の何れか1つに記載の前記表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極は、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属からなる粉体を固化した圧粉体電極としたものである。

【0013】請求項5にかかる放電表面改質方法は、請求項1乃至請求項4の何れか1つに記載の前記単純形状電極は、表面処理材料を円柱または角柱に成形してなるものである。

【0014】請求項6にかかる放電表面改質装置は、工作物に製品形状の転写加工を行う総型電極と、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極と、前記単純形状電極が前記工作物の加工部分の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段とを具備し、前記単純形状電極によって前記工作物の加工部分の全面または一部の面に表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、前記総型電極により前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行うことにより、加工液中で前記工作物に改質層を形成するものである。

【0015】請求項7にかかる放電表面改質装置は、工作物に製品形状を転写する荒加工を行う総型電極と、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極と、前記単純形状電極が前記工作物の加工部分の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段とを具備し、前記総型電極により荒加工を行った後、前記単純形状電極によって前記工作物の前記荒加工後の加工部分の全面または一部の面に表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、前記総型電極により前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行うことにより、加工液中で前記工作物に改質層を形成するものである。

【0016】請求項8にかかる放電表面改質装置は、請

請求項6または請求項7に記載の前記表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極は、タングステンカーバイド、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属からなる粉体を固化した圧粉体電極としたものである。

【0017】請求項9にかかる放電表面改質装置は、請求項6乃至請求項8の何れか1つに記載の前記単純形状電極は、表面処理材料を円柱または角柱に成形してなるものである。

【0018】

【作用】請求項1においては、表面処理材料からなる単純形状電極により工作物の加工部分に表面処理を行い、次に、製品形状の転写加工を行う総型電極によって前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行うことにより、工作物に改質層を形成するものである。

【0019】請求項2においては、総型電極により荒加工を行った後、表面処理材料からなる単純形状電極により表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、前記荒加工で使用した総型電極またはその総型電極と略同一形状の総型電極により、前記表面処理層の再溶融加工を行うことにより、工作物に改質層を形成する。

【0020】請求項3においては、請求項1または請求項2に記載の前記再溶融加工工程で使用した総型電極と同一電極で加工面の仕上げ加工を行う。

【0021】請求項4においては、請求項1乃至請求項3の何れか1つに記載の前記表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極は、タングステンカーバイド、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属粉体とし、それを固化した圧粉体電極とする。

【0022】請求項5においては、請求項1乃至請求項4の何れか1つに記載の前記単純形状電極は、表面処理材料を円柱または角柱に成形した。

【0023】請求項6においては、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極により工作物の加工部分の全面または一部の面に表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、総型電極により前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行うことにより工作物に改質層を形成する。

【0024】請求項7においては、総型電極により荒加工を行った後、表面処理材料からなる単純形状電極によって、荒加工後の工作物の表面をなぞりながら加工を行うよう制御して表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、前記荒加工で用いた総型電極と略同一形状の総型電極により前記表面処理層の再溶融加工を行うことにより、工作物に改質層を形成する。

【0025】請求項8においては、請求項6または請求項7に記載の前記表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極は、タングステンカーバイド、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属粉体とし、それを固化した圧粉体電極とする。

【0026】請求項9においては、請求項6乃至請求項

8の何れか1つに記載の前記単純形状電極は、表面処理材料を円柱または角柱に成形した。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例を図を用いて説明する。

実施例1. 図1は本発明の一実施例における放電表面改質装置を示した説明図である。図1において、1は加工液30中の放電によって加工及び表面処理を行う工作物、2は再溶融処理用の総型電極で、通常は銅、グラファイト等の材料が用いられる。3は表面処理材料からなるタングステンカーバイド(超硬)の粉末を圧力成形した表面処理用の圧粉体電極からなる単純形状電極、4は前記総型電極2及び表面処理用の単純形状電極3を交換する電極交換手段、5は単純形状電極3の垂直方向の駆動を行うZ軸駆動手段、6は工作物1の水平方向(X方向)への駆動を行うためのXテーブル、7は工作物1の水平方向(Y方向)への駆動を行うためのYテーブル、8はXテーブル6を移動させる図示されない駆動モータを制御するX軸サーボアンプ、9はYテーブル7を移動させる図示されない駆動モータを制御するY軸サーボアンプ、10は加工槽、11はCNC(Computerized Numerical Control)制御装置、12はCNC制御装置11内部に設けられ、表面処理用の単純形状電極3による加工時における電極の動きを制御する軌跡移動制御手段、13は表面処理用の単純形状電極3による加工のための電極パスプログラム(NCプログラム)を軌跡移動制御手段12に供給する電極軌跡生成用CAMである。

【0028】次に、図2を用いて本発明の一実施例における放電表面改質方法及びその装置について説明する。図2は本発明の一実施例における放電表面改質方法及びその装置の加工工程の概略を示した説明図で、(a)が工作物1を機械的に切削する前加工工程、(b)が単純形状電極3による表面処理加工工程、(c)が総型電極2による再溶融加工工程の説明図である。

【0029】図2において、工作物1は放電加工を行う前に行うフライス盤またはボール盤等の機械的切削を行う前加工工程(a)で、機械的な切削加工にて荒取りがなされ、概略の形状は既に形成されている。この状態の工作物1を加工槽10にセットする。そして、工作物1のセッティングを行った後、電極交換手段4によって表面処理用の単純形状電極3をZ軸駆動手段5に取付け、そして、表面処理加工工程(b)を開始する。表面処理加工工程(b)においては、単純形状電極3によって荒加工工程等の前加工工程(a)による横方向に加工表面をなぞるように加工を行うため、単純形状電極3の軌跡移動を前加工工程(a)によって形成された加工表面に従って制御する必要がある。CNC制御装置11の内部に設けられた軌跡移動制御手段12は、予め、電極軌跡生成用CAM13によって作成された電極パス情報(NCプログラム)に基づき、表面処理用の単純形状電極3

7

の横方向の移動、即ち、Xテーブル6、Yテーブル7の駆動制御を行う。このようにして、再溶融加工工程(c)で機械的切削による前加工工程(a)で形成された加工表面の全部または一部の面について表面処理用の単純形状電極3により、表面処理層Aを形成する表面処理が行われる。

【0030】なお、単純形状電極3による表面処理加工工程(b)は、厚い被膜を加工面に形成できるが、工作物1と処理用粉体自体との溶融が不十分であるため、表面処理層Aが均一でなく、かつ、その密度が低いため、表面処理による所望の耐磨耗性、耐食性の向上等の特性が得られない。また、処理後の面あらし及び母材との密着度が悪い等の問題がある。このため、通常、このままでは表面処理層Aとしては使用できない場合が多い。そこで、表面処理加工工程(b)で形成した表面処理層Aに対して、総型電極2による再溶融加工工程(c)による再溶融加工を行い、表面処理層Aを緻密にし、所望の耐磨耗性、耐食性とし、また、面あらし及び母材との密着度を良くする必要がある。

【0031】そこで、前記表面処理加工工程(b)の終了後、電極交換手段4は表面処理用の単純形状電極3をZ軸駆動手段5から取外し、再溶融処理用の総型電極2をZ軸駆動手段5にセットし、総型電極2による再溶融加工工程(c)を開始する。再溶融加工は表面処理用の単純形状電極3による横加工とは異なり、揺動動作を伴ったZ軸サーボによる加工が主体となる。この再溶融加工工程(c)により前加工工程(a)で形成された表面処理層Aの再溶融加工が行われ、緻密で強固な表面処理層Aを形成することができる。即ち、所望の耐磨耗性、耐食性を得て、かつ、面あらし及び母材との密着度が良くなる。

【0032】更に、再溶融加工工程(c)で使用する総型電極2と同一電極によって、微細なエネルギーのパルスによる仕上加工を施すことにより、より良質な表面処理面が得られる。その際、再溶融処理が完了した時点で加工エネルギーを下げ、加工面の微細仕上げを行うようにしても良い。

【0033】このように、本実施例の放電表面改質装置は、工作物1に製品形状の転写加工を行う総型電極2と、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極3と、単純形状電極3が工作物1の加工部分の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段12とを具備し、単純形状電極3によって工作物1の加工部分の全面または一部の面に表面処理層Aを形成する表面処理を行い、その後、総型電極2により単純形状電極3で形成した表面処理層Aの再溶融加工を行うことにより、加工液30中で工作物1の加工面に改質層を形成するものであり、これを請求項に対応する実施例とすることができる。したがって、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極3により工作物1の加工部分に表面

8

処理層Aを形成する表面処理を行い、序で、製品形状の転写加工を行う総型電極2によって単純形状電極3で形成した表面処理層Aの再溶融加工を行うことにより、工作物1の加工面に改質層を形成するものであるから、機械加工または放電加工等で任意の複雑形状に加工された金型等の表面の一部または全部に機械的特性に優れた均一、かつ、緻密な表面処理層Aが極めて効率よく短時間で形成でき、結果的に、金型の寿命が大幅に改善できる。

【0034】一方、本実施例の放電表面改質方法は、加工液30中の放電により、電極に対向する工作物1の加工面に改質層を形成する放電表面改質方法において、工作物1の金属表面に改質層を形成する表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極3によって工作物1の加工部分に表面処理層Aを形成する表面処理を行う表面処理加工工程(b)と、工作物1に製品形状の転写加工を行う総型電極2によって単純形状電極3で形成した表面処理層Aの再溶融加工を行う再溶融加工工程(c)とを具備するものであり、これを請求項に対応する実施例とすることができる。したがって、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極3により工作物1の加工部分に表面処理層Aを形成する表面処理を行い、序で、製品形状の転写加工を行う総型電極2によって単純形状電極3で形成した表面処理層Aの再溶融加工を行い、工作物1の加工面に改質層を形成するものであるから、機械加工または放電加工等で任意の複雑形状に加工された金型等の表面の一部または全部に機械的特性に優れた均一、かつ、緻密な表面処理層Aが極めて効率よく短時間で形成でき、結果的に、所望の耐磨耗性、耐食性を得て、かつ、面あらし及び母材との密着度が良くなり、金型の寿命が大幅に改善できる。

【0035】また、前記再溶融加工工程(c)で使用した総型電極2と同一電極で加工面の仕上加工を行うものであり、これを請求項に対応する実施例とすることができる。この種の実施例によれば、複雑な総型電極2を複数種類製造する必要がなくなり、それだけ金型の製造コストが廉価となる。また、再溶融加工工程と同一工程にて加工面の仕上加工を行うようにしたため、極めて面あらしの細かい表面処理層を得ることができ、適用できる金型の特性領域(要求)が大幅に拡大できる効果がある。

【0036】そして、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極3は、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属粉体を圧力成形により固化して圧粉体電極としたものであり、これを請求項に対応する実施例とすることができる。この種の単純形状電極3は、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属粉体を圧力成形により固化した圧粉体電極であるから、製造が簡単であり、しかも、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属の融合



により、機械的特性に優れた均一かつ緻密な表面処理層Aが極めて効率よく短時間で形成でき、結果として、金型の寿命を大幅に改善する等の効果がある。

【0037】更に、単純形状電極3は、表面処理材料を円柱または角柱に成形したものであり、これを請求項に対応する実施例とすることができる。したがって、表面処理材料を円柱または角柱に成形するものであるから、電極形成が容易であり、特に、金属粉体を圧力成形により固化した圧粉体電極においては、圧縮圧力が効率良く金属粉体に伝わり成形が容易であり、堅固な電極が得られる。

【0038】実施例2、図3は本発明の他の実施例における放電表面改質装置を示した説明図である。図3において、1は加工及び表面処理を行う工作物、2aは工作物1の形状型彫加工を行う荒加工用の総型電極、2bは再溶融処理用の総型電極で、通常の総型電極2bは銅、グラファイト等の材料が用いられる。3は表面処理材料からなるタングステンカーバイト（超硬）の粉末を圧力成形した表面処理用の圧粉体電極からなる単純形状電極、4は総型電極2aまたは総型電極2b及び表面処理用の単純形状電極3を交換し、何れか1つを選択する電極交換手段、5は電極交換手段4で選択された電極の垂直方向の駆動を行うZ軸駆動手段、6は工作物1の水平方向（X方向）の駆動を行うためのXテーブル、7は工作物1の水平方向（Y方向）の駆動を行うためのYテーブル、8はXテーブル6を移動させる図示されない駆動モータを制御するX軸サーボアンプ、9はYテーブル7を移動させる図示されない駆動モータを制御するY軸サーボアンプ、10は加工槽、11はCNC制御装置、12はCNC制御装置11の内部に設けられ、表面処理用の単純形状電極3による加工時における電極の動きを制御する軌跡移動制御手段、13は表面処理用の単純形状電極3による加工のための電極パスプログラム（NCプログラム）を軌跡移動制御手段12に供給する電極軌跡生成用CAMである。

【0039】次に、図4を用いて本発明の他の実施例における放電表面改質方法及びその装置について説明する。図4は本発明の他の実施例における放電表面改質方法及びその装置の加工工程の概略を示した説明図で、

（a）が総型電極2aによる荒加工工程、（b）が単純形状電極3による表面処理加工工程、（c）が総型電極2bによる再溶融加工工程の説明図である。

【0040】まず、加工に先だって工作物1のセッティングを行った後、電極交換手段4によってZ軸駆動手段5に荒加工用の総型電極2aを取付けて型彫加工を行う。即ち、図4に示す総型電極2aによる荒加工工程（a）を行う。加工中はZ軸駆動手段5によるZ軸サーボの制御が主体であり、X軸方向及びY軸方向の駆動は揺動運動、ピッチ送り移動以外は基本的に行われない。なお、通常の荒加工工程（a）においては、荒加工と

もに中仕上げ加工も施し、表面処理前の加工面をある程度の面あらしまで細かくしておく必要がある。通常、この工程後の面あらしの目安としては10～20ミクロン程度である。

【0041】この荒加工工程（a）の工程終了後、電極交換手段4は、荒加工用の総型電極2aをZ軸駆動手段5から取外し、替りに表面処理用の単純形状電極3をZ軸駆動手段5に取付け、表面処理加工工程（b）を開始する。表面処理加工工程（b）においては、図4に示すように、単純形状電極3によって荒加工工程（a）による横方向に加工表面をなぞるように加工を行うため、単純形状電極3の軌跡移動を制御する必要がある。CNC制御装置11に設けられた軌跡移動制御手段12は予め電極軌跡生成用CAM13によって作成された電極パス情報（NCプログラム）に基づき、表面処理用の単純形状電極3の横方向の移動、即ち、Xテーブル6、Yテーブル7の駆動制御を行う。このようにして、総型電極2aによる荒加工工程（a）で形成された加工表面の全部または一部の面について、表面処理加工工程（b）により表面処理用の単純形状電極3による表面処理層Aを形成する表面処理が行われる。

【0042】なお、この表面処理加工工程（b）により形成された表面処理層Aは、厚い被膜を加工面に形成できるが、処理用粉体自体の溶融が不十分であるため、処理層が均一でなく、密度が低いため、表面処理による所望の耐磨耗性、耐食性等の特性の向上が得られない。また、面あらし及び母材との密着度が悪い等の問題を有しているため、通常、このままでは表面処理層Aとしては使用できない場合が多い。そこで、表面処理加工工程（b）で形成した処理面に対して、再溶融加工を行い、表面処理層Aを緻密にする必要がある。

【0043】表面処理加工工程（b）の終了後、電極交換手段4は表面処理用の単純形状電極3をZ軸駆動手段5から取外し、仕上用の総型電極2bをZ軸駆動手段5にセットする。この総型電極2bは荒加工工程（a）で使用した総型電極2aをそのまま使用する場合もあるが、特に、加工精度が重要な場合は、荒加工で用いた総型電極2aと同一形状の仕上用の総型電極2bを用意しておき、総型電極2bにより再溶融加工工程（c）の加工を行う。加工は荒加工工程（a）と同様、揺動動作を伴ったZ軸サーボによる加工が主体となる。

【0044】再溶融加工工程（c）の工程により、表面処理加工工程（b）で形成された表面処理層Aの再溶融加工が行われ、緻密で強固な表面処理層Aを形成することができる。したがって、金型等の表面の一部または全部に機械的特性に優れた均一、かつ、緻密な表面処理層Aが極めて効率よく短時間で形成でき、結果的に、所望の耐磨耗性、耐食性を得て、かつ、面あらし及び母材との密着度が良くなり、金型の寿命が大幅に改善できる。

【0045】なお、上記実施例においては荒加工用の総



型電極2aと再溶融加工用の総型電極2bとして別個のものをを用いる例を示したが、精度の要求がそれほど高くない場合は、両者を同一の総型電極で兼用してもよい。また、上記再溶融加工工程(c)の再溶融加工と同一電極にてより微細なエネルギーのパルスによる仕上加工を施すことにより、より良質な表面処理面が得られる。その際、再溶融処理が完了した時点で加工エネルギーを下げ、加工面の微細仕上げを行うようにしても良い。

【0046】このように、本実施例の放電表面改質装置は、工作物1に製品形状を転写する荒加工を行う総型電極2a及び仕上用の総型電極2bと、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極3と、単純形状電極3が工作物1の加工部分の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段12とを具備し、総型電極2aにより荒加工を行った後、単純形状電極3によって工作物1の荒加工後の加工部分の全面または一部の面に表面処理層Aを形成する表面処理を行い、その後、総型電極2bにより単純形状電極3で形成した表面処理層Aの再溶融加工を行うことにより、加工液30中で工作物1の表面処理層Aの面に改質層を形成するものである。

【0047】したがって、荒加工用の総型電極2a及び仕上用の総型電極2bと、例えば、タングステンカーバイト、TiN、TiC等の表面処理材料を円柱、角柱電極等の単純形状に成形した単純形状電極3と、単純形状電極3が荒加工後の工作物1の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段12を備え、荒加工用の総型電極2aにより荒加工を行った後に、表面処理材料からなる単純形状電極3が荒加工後の工作物1の表面をなぞりながら加工を行うよう制御することにより表面処理層Aを形成する表面処理を行い、そして、再度、荒加工用の総型電極2aまたは荒加工用の総型電極2aと略同一形状の仕上用の総型電極2bにより前記処理面の再溶融加工を行うことにより、工作物1の加工面に改質層を形成できる。しかも、金型等の表面の一部または全部に機械的特性に優れた均一、かつ、緻密な表面処理層Aが極めて効率よく短時間で形成でき、結果として、金型の寿命が大幅に改善する等の効果がある。更に、同一機械上にて荒取りから、仕上、表面処理まで行うことが可能となるため、段取り時間が大幅に削減できる等の効果がある。特に、荒加工用の総型電極2a及び仕上用の総型電極2bを用意するものでは、その表面処理層Aとしてより良質な表面処理面が得られる。しかし、本発明を実施する場合には、荒加工用の総型電極2aと仕上用の総型電極2bを別々に用意しておかなくても実施できる。

【0048】一方、本実施例の放電表面改質方法は、加工液30中の放電により、電極に対向する工作物1の加工面に改質層を形成する放電表面改質方法において、総型電極2aにより荒加工を行う荒加工工程(a)と、工作物1の金属表面に改質層を形成する表面処理材料を単

純形状に成形した単純形状電極3によって工作物1の加工部分に表面処理層Aを形成する表面処理を行う表面処理加工工程(b)と、荒加工工程(a)で使用した総型電極2aまたは総型電極2aと略同一形状の総型電極2bにより、単純形状電極3で形成した表面処理層Aの再溶融加工を行う再溶融加工工程(c)とを具備するものである。したがって、総型電極2aにより荒加工を行った後、例えば、タングステンカーバイト、TiN、TiC等の表面処理材料を円柱、角柱電極等の単純形状に成形した単純形状電極3により表面処理を行い、序で、荒加工用の総型電極2aまたは荒加工用の総型電極2aと略同一形状の総型電極によって単純形状電極3で形成した表面処理層Aの再溶融加工を行うことにより、工作物1の加工面に改質層を形成するようにしたため、金型等の表面の一部または全部に機械的特性に優れた均一、かつ、緻密な表面処理層が極めて効率よく短時間で形成でき、結果的には、金型の寿命が大幅に改善できる。更に、同一機械上にて荒取りから、仕上、表面処理まで行うことが可能となるため、段取り時間が大幅に削減できる。

【0049】また、前記再溶融加工工程(c)で使用した総型電極2bと同一電極で加工面の仕上加工を行うものであり、これを請求項に対応する実施例とすることができる。この種の実施例によれば、複雑な総型電極2を複数種類製造する必要がなくなり、それだけ金型の製造コストが廉価となる。また、再溶融加工工程と同一工程にて加工面の仕上加工を行うようにしたため、極めて面あらかの細かい表面処理層を得ることができ、適用できる金型の特性領域(要求)が大幅に拡大できる効果がある。

【0050】そして、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極3は、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属粉体を圧力成形により固化して圧粉体電極としたものであり、これを請求項に対応する実施例とすることができる。この種の単純形状電極3は、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属粉体を圧力成形により固化した圧粉体電極であるから、製造が簡単であり、しかも、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属の融合により、機械的特性に優れた均一かつ緻密な表面処理層Aが極めて効率よく短時間で形成でき、結果として、金型の寿命を大幅に改善する等の効果がある。そして、本発明を実施する場合の金属は、タングステンカーバイト、TiN、TiCに限定されるものではなく、その用途に応じて金属を選択すればよい。

【0051】更に、単純形状電極3は、表面処理材料を円柱または角柱に成形したものであり、これを請求項に対応する実施例とすることができる。したがって、表面処理材料を円柱または角柱に成形するものであるから、電極形成が容易であり、特に、金属粉体を圧力成形により固化した圧粉体電極においては、圧縮圧力が効率良く

金属粉体に伝わり成形が容易であり、堅固な電極が得られる。

【0052】ところで、上記実施例の工作物に製品形状の転写加工を行う総型電極は、荒加工を行う総型電極2aと仕上げ加工を行う総型電極2bとを用意し、両者を使用することによって、仕上げを良好にすることができる。しかし、本発明を実施する場合には、荒加工を行う総型電極2aまたは仕上げ加工を行う総型電極2bを工作物に製品形状の転写加工を行う総型電極2とすることができる。また、専用に工作物に製品形状の転写加工を行う総型電極を用意しても実施できる。

【0053】また、上記実施例の表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極3は、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属からなる粉体を固化した圧粉体電極としたものを前提に使用したが、本発明を実施する場合には、タングステンカーバイト、TiN、TiC自体の金属棒を電極としてもよい。勿論、金属からなる粉体を固化した圧粉体電極としたものの方が、容易に金属粒子が融合し易くなり、その効率が良くなる。

【0054】そして、上記実施例の単純形状電極3が工作物1の加工部分の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段12は、CNC制御装置11に内蔵されている実施例で説明したが、本発明を実施する場合には、工作物1の加工部分の表面の軌跡を記憶しており、その記憶している記憶に従って単純形状電極3を移動できるものであればよい。したがって、NC装置、或いは他の制御装置の利用が可能である。しかし、放電加工機の記憶している情報が直接使用できるので、放電加工機を制御する制御装置を、単純形状電極3が工作物1の加工部分の表面をなぞりながら加工を行うよう制御する軌跡移動制御手段12として使用するのが好適である。

#### 【0055】

【発明の効果】以上のように、請求項1の放電表面改質方法においては、表面処理材料からなる単純形状電極により工作物の加工部分に表面処理を行い、次に、製品形状の転写加工を行う総型電極によって前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行うことにより、工作物に改質層を形成するものである。したがって、機械加工或いは放電加工等で任意の複雑形状に加工された金型等の表面の一部または全部に機械的特性に優れた均一、かつ、緻密な表面処理層が極めて効率よく短時間で形成でき、結果として、金型の寿命が大幅に改善する等の効果がある。

【0056】請求項2の放電表面改質方法においては、総型電極により荒加工を行った後、表面処理材料からなる単純形状電極により表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、前記荒加工で使用した総型電極またはその総型電極と略同一形状の総型電極により、前記表面処

理層の再溶融加工を行うことにより、工作物に改質層を形成するものである。したがって、金型等の表面の一部または全部に機械的特性に優れた均一、かつ、緻密な表面処理層が極めて効率よく短時間で形成でき、結果として、金型の寿命が大幅に改善する等の効果がある。更に、同一機械上にて荒取りから、仕上げ、表面処理まで行うことができるから、段取り時間が大幅に削減できる等の効果がある。

【0057】請求項3の放電表面改質方法においては、請求項1または請求項2に記載の前記再溶融加工工程で使用した総型電極と同一電極で加工面の仕上げ加工を行うものである。したがって、請求項1または請求項2の効果に加えて、複雑な総型電極を複数種類製造する必要がなくなり、それだけ金型の製造コストが廉価となる。また、再溶融加工工程と同一工程にて加工面の仕上げ加工を行うようにしたため、極めて面あらしの細かい表面処理層を得ることができ、適用できる金型の特性領域（要求）が大幅に拡大できる効果がある。

【0058】請求項4の放電表面改質方法においては、請求項1乃至請求項3の何れか1つに記載の前記表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極は、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属粉体とし、それを固化した圧粉体電極とするものである。したがって、請求項1乃至請求項3の何れか1つに記載の効果に加えて、単純形状電極を金属粉体を圧力成形により固化した圧粉体電極とすると、その製造が簡単であり、しかも、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属の融合により、機械的特性に優れた均一かつ緻密な表面処理層が極めて効率よく短時間で形成でき、結果として、金型の寿命を大幅に改善する等の効果がある。

【0059】請求項5の放電表面改質方法においては、請求項1乃至請求項4の何れか1つに記載の前記単純形状電極は、表面処理材料を円柱または角柱に成形したものである。したがって、請求項1乃至請求項4の何れか1つに記載の効果に加えて、表面処理材料を円柱または角柱に成形するものであるから、電極形成が容易であり、特に、金属粉体を圧力成形により固化した圧粉体電極においては、圧縮圧力が効率良く金属粉体に伝わり成形が容易であり、堅固な電極が得られる。

【0060】請求項6の放電表面改質装置においては、表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極により工作物の加工部分の全面または一部の面に表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、総型電極により前記単純形状電極で形成した表面処理層の再溶融加工を行うことにより工作物に改質層を形成するものである。したがって、機械加工或いは放電加工等で任意の複雑形状に加工された金型等の表面の一部または全部に機械的特性に優れた均一、かつ、緻密な表面処理層が極めて効率よく短時間で形成でき、結果的に、金型の寿命が大幅に改

15

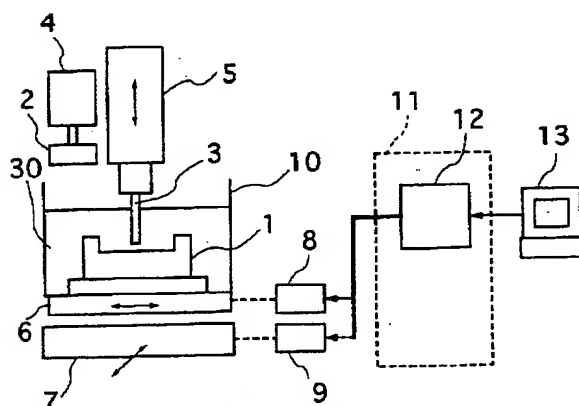
善する等の効果がある。

【0061】請求項7の放電表面改質装置においては、総型電極により荒加工を行った後、表面処理材料からなる単純形状電極によって、荒加工後の工作物の表面をなぞりながら加工を行うよう制御して表面処理層を形成する表面処理を行い、その後、前記荒加工で用いた総型電極と略同一形状の総型電極により前記表面処理層の再溶解加工を行うことにより、工作物に改質層を形成するものである。したがって、金型等の表面の一部または全部に機械的特性に優れた均一、かつ、緻密な表面処理層が極めて効率よく短時間で形成でき、結果的には、金型の寿命が大幅に改善する効果がある。更に、同一機械上にて荒取りから、仕上げ、表面処理まで行うことが可能となるため、段取り時間が大幅に削減できる等の効果がある。

【0062】請求項8の放電表面改質装置においては、請求項6または請求項7に記載の前記表面処理材料を単純形状に成形した単純形状電極は、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属粉体とし、それを固化した圧粉体電極とするものである。したがって、請求項6または請求項7に記載の効果に加えて、単純形状電極を金属粉体を圧力成形により固化した圧粉体電極とすると、その製造が簡単であり、しかも、タングステンカーバイト、TiN、TiCの何れか1つ以上の金属の融合により、機械的特性に優れた均一かつ緻密な表面処理層が極めて効率よく短時間で形成でき、結果として、金型の寿命を大幅に改善する等の効果がある。

【0063】請求項9の放電表面改質装置においては、

【図1】



- 1 工作物
- 3 単純形状電極
- 4 電極交換手段
- 10 加工槽
- 11 CNC制御装置
- 12 軌跡移動制御手段
- 13 電極軌跡生成用CAM

16

請求項6乃至請求項8の何れか1つに記載の前記単純形状電極は、表面処理材料を円柱または角柱に成形したものである。したがって、請求項6乃至請求項8の何れか1つに記載の効果に加えて、表面処理材料を円柱または角柱に成形するものであるから、電極形成が容易であり、特に、金属粉体を圧力成形により固化した圧粉体電極においては、圧縮圧力が効率良く金属粉体に伝わり成形が容易であり、堅固な電極が得られる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】 図1は本発明の一実施例における放電表面改質装置を示した説明図である。

【図2】 図2は本発明の一実施例における放電表面改質方法及びその装置の加工工程の概略を示した説明図である。

【図3】 図3は本発明の他の実施例における放電表面改質装置を示した説明図である。

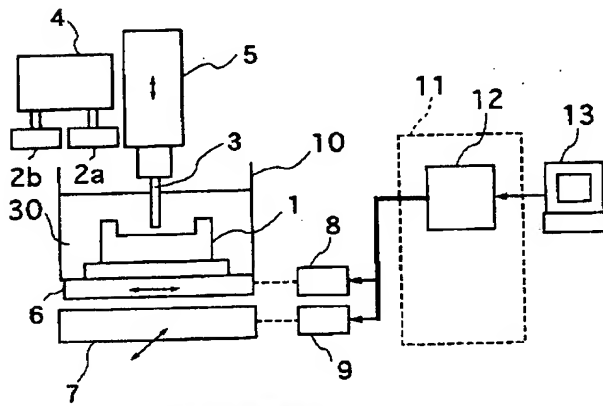
【図4】 図4は本発明の他の実施例における放電表面改質方法及びその装置の加工工程の概略を示した説明図である。

20 【図5】 図5は従来の放電表面改質方法及びその装置を示した説明図である。

【符号の説明】

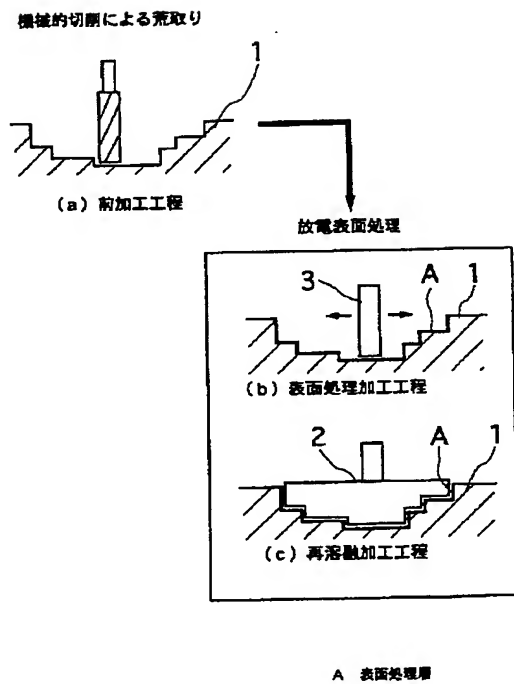
1 工作物、2 a 荒加工用の総型電極、2 b 再溶解処理用の総型電極、3 単純形状電極、4 電極交換手段、10 加工槽、11 CNC制御装置、12 軌跡移動制御手段、13 電極軌跡生成用CAM、A 表面処理層、なお、図中、同一符号及び記号は同一または相当する構成部分を示すものである。

【図3】

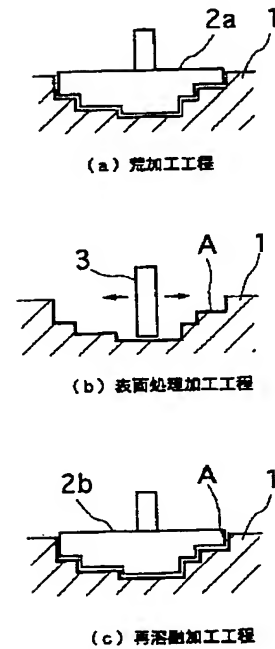


- 2a 荒加工用の総型電極
- 2b 再溶解処理用の総型電極

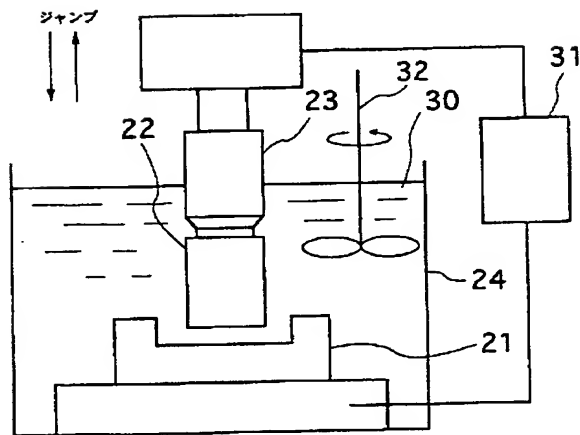
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 長男  
愛知県春日井市岩成台9丁目12番地12

(72)発明者 毛利 尚武  
愛知県名古屋市天白区八事石坂661-51

(72)発明者 真柄 卓司  
愛知県名古屋市東区矢田南五丁目1番14号  
三菱電機株式会社名古屋製作所内

(72)発明者 後藤 昭弘  
愛知県名古屋市東区矢田南五丁目1番14号  
三菱電機株式会社名古屋製作所内